



## CO<sub>2</sub>-Minderungspotentiale im Wohngebäudesektor durch Gebäudeautomation

Severin Beucker | Simon Hinterholzer

# Impressum

## **Autoren / Autorinnen:**

Dr. Severin Beucker (Borderstep Institut) | beucker@borderstep.de

Simon Hinterholzer (Borderstep Institut) | hinterholzer@borderstep.de

## **Institution:**

Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit gemeinnützige GmbH

Clayallee 323 | 14169 Berlin | +49 (0)30 306 45 100-0 | www.borderstep.de

## **Zitiervorschlag:**

Beucker, S. & Hinterholzer, S. (2019). CO<sub>2</sub>-Minderungspotentiale im Wohngebäudesektor durch Gebäudeautomation. Berlin: Borderstep Institut.

## **Titelbild:**

Pexels: Adrien Olichon

## **Auftraggeber:**

Wirtschaftsinitiative Smart Living



# Inhalt

Impressum.....	II
Inhalt .....	III
Abkürzungen .....	IV
Begriffsdefinitionen.....	IV
Vorwort .....	1
1 Gebäudesektor und Klimaschutz .....	1
2 Berechnung möglicher CO <sub>2</sub> -Minderungspotentiale im Wärmebereich .....	2
2.1 Untersuchungsrahmen und Vorgehensweise.....	2
2.2 Datenquellen und Berechnungsmodell .....	3
2.3 Ergebnisse und Interpretation .....	6
3 Fazit und Handlungsempfehlungen .....	8
Quellen .....	10

## Abkürzungen

Äq.	Äquivalente
EnEG	Energieeinsparungsgesetz
EnEV	Energieeinsparverordnung
EZFH	Ein- und Zweifamilienhäuser
GA	Gebäudeautomation
MFH	Mehrfamilienhäuser
THG	Treibhausgas
TWh	Terrawattstunden
WiSL	Wirtschaftsinitiative Smart Living

## Begriffsdefinitionen

**Gebäudeautomation (GA):** Einrichtungen, Software und Dienstleistungen für automatische Steuerung und Regelung, Überwachung und Optimierung sowie für Bedienung und Verwaltung eines energieeffizienten, wirtschaftlichen Betriebs der technischen Gebäudeausrüstung [EN ISO 52000-1:2017].

**Energiemanagement:** Optimierung der Energieverwendung und Verringerung der Betriebskosten (Funktion der Gebäudeautomation).

## Vorwort

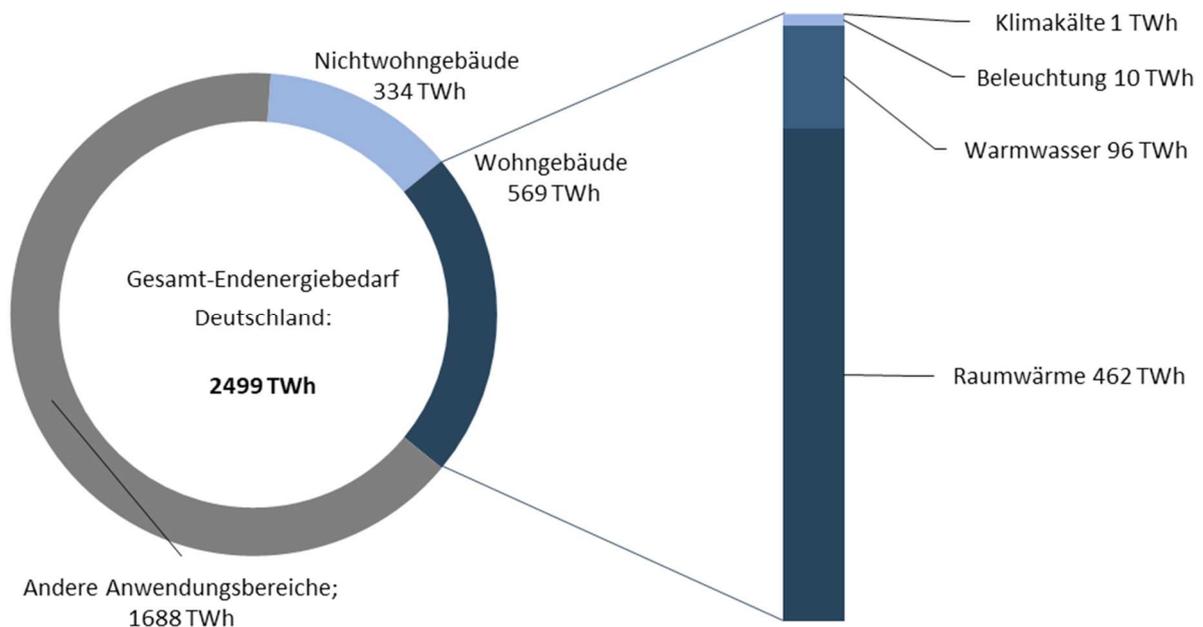
Der nachfolgende Bericht stellt Hintergrundinformationen zu einer Präsentation zur Verfügung, die das Borderstep Institut für den parlamentarischen Abend der Wirtschaftsinitiative Smart Living am 10. Dezember 2019 zum Thema „Digitale und bezahlbare Lösungen für den Klimaschutz im Gebäude“ in Berlin durchgeführt hat. Das Borderstep Institut hat im Auftrag der Geschäftsstelle der Wirtschaftsinitiative Smart Living hierfür Informationen zusammengestellt und CO<sub>2</sub>-Minderungspotentiale im Wohngebäudesektor durch Gebäudeautomation berechnet. Der nachfolgende Text nimmt daher Bezug zu den am parlamentarischen Abend gezeigten Folien.

Weitere, detaillierte Informationen zu den Berechnungen der CO<sub>2</sub>-Minderungspotentiale im Wohngebäudesektor durch Gebäudeautomation erteilt das Borderstep Institut gerne auf Nachfrage.

## 1 Gebäudesektor und Klimaschutz

Der Gebäudesektor ist mit ca. 18,8 Mio. Wohngebäuden und 2,7 Mio. Nichtwohngebäuden für 903 TWh und damit etwas mehr als 1/3 des gesamten Endenergiebedarfs in der Bundesrepublik Deutschland verantwortlich (BMW i, 2019).

**Abbildung 1: Der Endenergiebedarf des Wohngebäudesektors und die Aufteilung des Verbrauchs auf Raumwärme, Warmwasser, Beleuchtung und Klimakälte (Datenquelle: BMW i, 2019)**

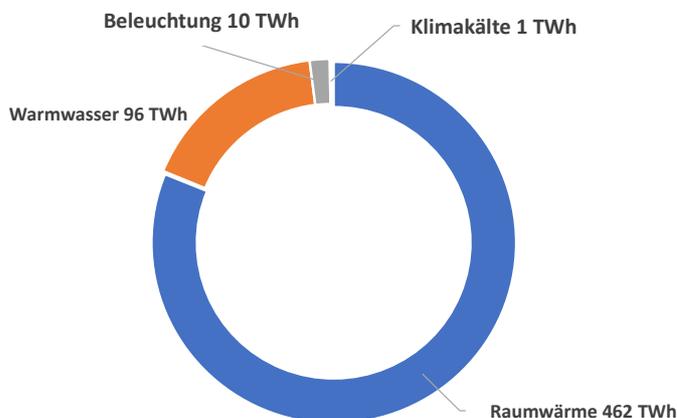


Der Gebäudesektor wird unterteilt in Wohngebäude und Nichtwohngebäude. Etwa zwei Drittel des Gebäudeenergiebedarfs wird dabei von Wohngebäuden verursacht, im Wesentlichen für Raumwärme- und Warmwassererzeugung (Dena, 2018).

Abbildung 2: Folie Nr. 6 der Präsentation für den parlamentarischen Abend der WI-SL



## Endenergieverbrauch in Wohngebäuden (63% aller Gebäude)



Quelle: Dena 2018

Parlamentarischer Abend der WI SL | 10.12.2019

6



Der gesamte gebäudebezogene Energiebedarf verursachte im Jahr 2018 Treibhausgasemissionen von rund 117 Mio. t CO<sub>2</sub>. Dies entspricht gegenwärtig etwa 14 % der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland (Klimakabinett, 2019). Nach dem Klimaschutzplan der Bundesregierung dürfen die THG-Emissionen im Gebäudesektor im Jahr 2030 im Jahr 2030 nur noch 72 Mio. t betragen (siehe (BMU, 2019) S. 49f). Durch bereits bestehende Maßnahmen (Gebäuförderung, Modellvorhaben, EnEG, EnEV, etc., siehe ebd.) werden diese Emissionen bis zum Jahr 2030 auf rund 90 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. sinken. Daraus ergibt sich eine Lücke zum Ziel von 18 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalenten, die durch weitere Maßnahmen geschlossen werden muss, die eine kurz- und mittelfristige Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Gebäudereich ermöglichen. Eine solche Maßnahme stellt die Gebäudeautomation (GA), insbesondere Systeme der GA-Effizienzklasse A der DIN EN 15232-1 (siehe (DIN 15232, 2017)), dar.

In diesem Dokument wird eine Abschätzung der CO<sub>2</sub>-Minderungspotentiale vorgenommen, die aus dem Einsatz von Gebäudeautomation der Klasse A im Wohngebäudebestand in Deutschland resultieren kann. Die nachfolgenden Berechnungen bezieht sich dabei ausschließlich auf die Minderungspotentiale im Bereich Heizung und Warmwassererzeugung. Für die Bereiche Klimakälte und Beleuchtung sind weitere Minderungspotentiale beim Strom durch Gebäudeautomation möglich.

## 2 Berechnung möglicher CO<sub>2</sub>-Minderungspotentiale im Wärmebereich

### 2.1 Untersuchungsrahmen und Vorgehensweise

Mit einem Makro-Modell des Wohngebäudebestands wird ermittelt, welche Reduktionen der Treibhausgas-Emissionen durch Gebäudeautomation inklusive Energiemanagement erreicht werden können.

Errechnet werden die Potentiale im Zieljahr 2030, das in der aktuellen politischen Diskussion um das Klimaschutzprogramm eine hohe Relevanz besitzt (Klimakabinett, 2019).

Minderungspotentiale bei Klimatisierung und Beleuchtung werden in dieser Untersuchung aufgrund der Komplexität und verhältnismäßig kleinen energetischen Anteile nicht betrachtet.

## 2.2 Datenquellen und Berechnungsmodell

Die Berechnung der Minderungspotentiale findet auf Basis anerkannter Methoden zur Bilanzierung von Gebäudeenergiebedarfen und Treibhausgas-Emissionen statt. In einem Rechenmodell werden die Treibhausgas-Emissionen für den Wohngebäudebestand nach drei charakteristischen Gebäudetypen, nach Baualtersklassen sowie für Ein-/Zweifamilienhaus (EZFH) und Mehrfamilienhaus (MFH) getrennt berechnet (vgl. Bürger et al., 2016). Die verwendeten Baualtersklassen sind:

- Baujahr vor 1948
- Baujahr von 1949 bis 1994

Als Berechnungsgrundlage der aktuellen Energieverbräuche im Wohngebäudebestand werden Daten aus der Energiestatistik des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie verwendet (BMW, 2019 Tabelle 7). Hieraus wird auch der Anteil für die jeweiligen Energieträger zur Versorgung des Gebäudebestands für den Energiemix übernommen.

Für die Entwicklung bis zum Jahr 2030 wird die Studie „Klimaneutraler Gebäudebestand 2050“ (Bürger et al., 2016) genutzt. Dort werden unter dem Zielbild -55%<sup>1</sup>

- der energetische Gebäudezustand im Wohngebäudebereich,
- die Emissionsfaktoren für Strom und Fernwärme sowie
- die Anteile der Energieträger zur Versorgung der Gebäude

im Jahr 2030 definiert.

Für die Effizienzsteigerung durch Gebäudeautomation wird der GA-Effizienzfaktor A für Heizwärme und Warmwasser aus den Berechnungsvorschriften der DIN EN 15232 verwendet.

---

<sup>1</sup> Das Zielbild -55% entspricht einer Reduktion des Endenergiebedarfs um 55% gegenüber 2014. Andere Zielbilder wie z.B. -40% (bzw. -70%) setzen dagegen auf eine niedrigere (bzw. höhere) Energieeinsparung und höhere (bzw. niedrigere) Anteile der Energieerzeugung aus regenerativen Quellen, um eine Reduktion der THG Emissionen um 80% zu erreichen.



## Gebäudeautomationssysteme (GA-Systeme): Grundlage für Energieeffizienz und Sektorkopplung im Gebäude



Quelle: BDH

1. Gebäudeautomation steuert Gebäudetechnik
2. Energiemanagement optimiert Energieflüsse domänenübergreifend
3. GA-Energieeffizienzklassen A und B (DIN EN 15232-1) sichern Energieeinsparung

DIN EN 15232-1:2017-12 (Tabelle A.2)

Wohngebäude	GA-Energieeffizienzklassen			
	D	C	B	A
	Nicht effizient	Standard	Erhöht	Hohe Effizienz
Faktor	+10%	0	-12%	-19%

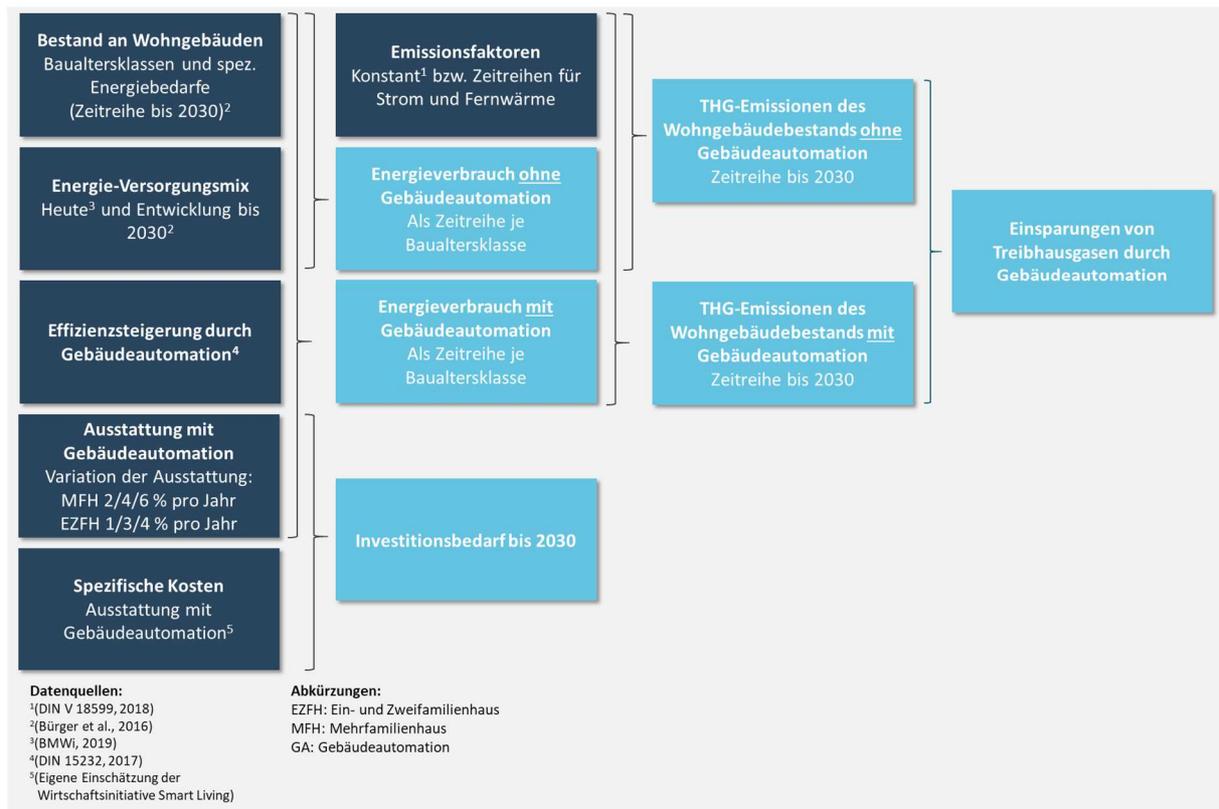
Die GA-Klasse A ist im Wesentlichen durch Automationskomponenten in den Wohnungen zur Einzelraumregelung mit präsenzabhängiger Regelung und Kommunikation zur Wärmeerzeugeranlage sowie Komponenten in der Heizzentrale zur wärmelastabhängigen Temperaturregelung charakterisiert. Die Ausstattung der Wohngebäude mit Gebäudeautomation wird als Sensitivität in drei Stufen untersucht, dabei werden folgende drei Varianten untersucht:

**Tabelle 1: Betrachtete Ausstattungsdaten mit Gebäudeautomation**

	<b>Ausstattungsrate in Ein-/Zweifamilienhäusern</b> [Prozentualer Anteil der Wohnfläche pro Jahr]	<b>Ausstattungsrate in Mehrfamilienhäusern</b> [Prozentualer Anteil der Wohnfläche pro Jahr]
<b>Geringe Ausstattungsrate</b>	1%	2%
<b>Mittlere Ausstattungsrate</b>	3%	4%
<b>Höhere Ausstattungsrate</b>	4%	6%

Die Ausstattung der verschiedenen Gebäudeklassen (Energetischer Zustand, EZFH/MFH) erfolgt im Verhältnis zu deren Anteil an der gesamten Wohnfläche. In Abbildung 4 sind die Ausgangsdaten und Annahmen (dunkelblau) sowie die Zwischenergebnisse und Ergebnisse (hellblau) dargestellt.

**Abbildung 4: Berechnungsmethode und Datenquellen**



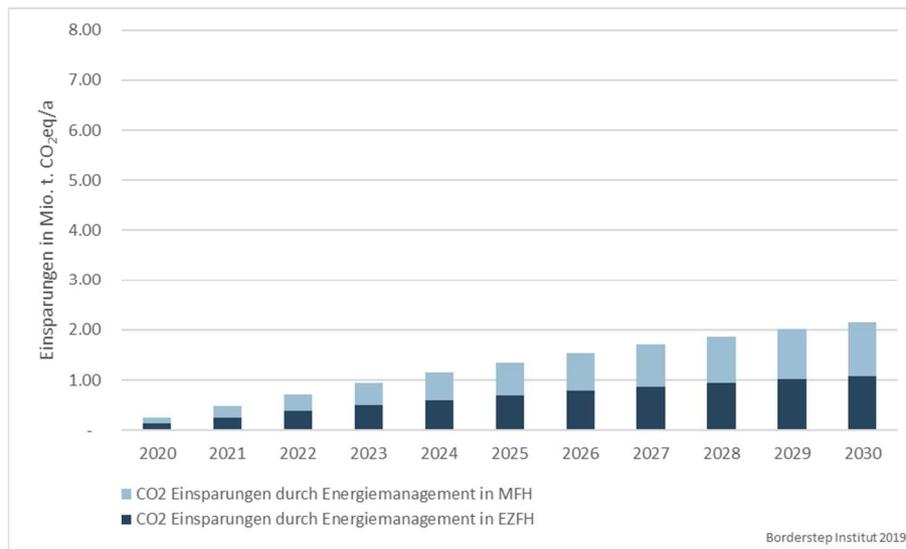
## 2.3 Ergebnisse und Interpretation

Aus den verschiedenen Ausstattungsvarianten ergeben sich folgende CO<sub>2</sub>-Minderungspotentiale:

### **Szenario A: CO<sub>2</sub>-Minderung bei einer jährlichen Ausstattung von 1% des Bestands an EZFH sowie 2% des Bestands von MFH mit Gebäudeautomation Effizienzfaktor A**

Die Minderung beträgt 2,1 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente im Jahr 2030. Der Verlauf ist Abbildung 5 dargestellt.

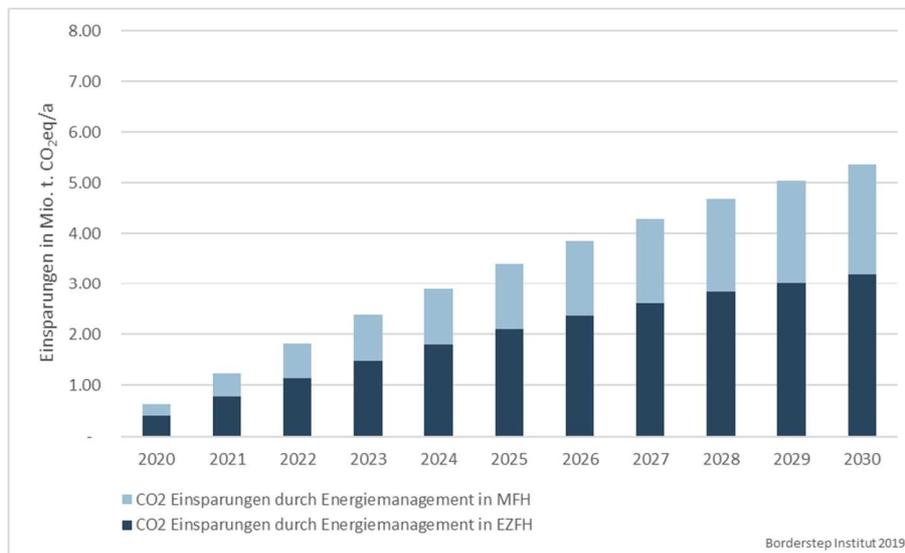
**Abbildung 5: CO<sub>2</sub>-Minderung bei einer jährlichen Ausstattung von 1% im Bereich EZFH und 2% im Bereich MFH**



### **Szenario B: CO<sub>2</sub>-Minderung bei einer jährlichen Ausstattung von 3% des Bestands an EZFH sowie 4% des Bestands von MFH mit Gebäudeautomation Effizienzfaktor A**

Die Minderung beträgt 5,4 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente im Jahr 2030. Der Verlauf ist in Abbildung 6 dargestellt.

**Abbildung 6: CO<sub>2</sub>-Minderung bei einer jährlichen Ausstattung von 3% im Bereich EZFH und 4% im Bereich MFH**



**Szenario C: CO<sub>2</sub>-Minderung bei einer jährlichen Ausstattung von 4% des Bestands an EZFH sowie 6% des Bestands von MFH mit Gebäudeautomation Effizienzfaktor A**

Die Minderung beträgt 7,5 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente im Jahr 2030. Der Verlauf ist in Abbildung 7 dargestellt.

**Abbildung 7: CO<sub>2</sub>-Minderung bei einer jährlichen Ausstattung von 3% im Bereich EZFH und 4% im Bereich MFH**



**Interpretation**

Es wird deutlich, dass im Wohngebäudebereich erhebliche Potentiale für die Minderung von CO<sub>2</sub>-Emissionen liegen und die Gebäudeautomation eine wirtschaftlich sinnvolle Variante zur Hebung dieser Potentiale darstellt. Die Kosten für Gebäudeautomation in Wohngebäuden betragen nach

Auskunft der Mitgliedsunternehmen der WI-SL gegenwärtig etwa 25 €/m<sup>2</sup> Wohnfläche für den mehrgeschossigen Wohnungsbau bzw. etwa 50 €/m<sup>2</sup> Wohnfläche für Einfamilienhäuser. Im Vergleich zu baulichen Sanierungsmaßnahmen (z.B. Dämmung oder Tausch von Fenstern) ist die Ausrüstung mit Gebäudeautomation daher als niedriginvestive Maßnahme einzustufen.

Damit ergibt sich für die drei beschriebenen Varianten je nach Ausstattungsgrad ein jährlicher Investitionsbedarf zwischen 1,92 Mrd. € und 6,92 Mrd. € unter der Annahme gleichbleibender Kosten. Für den Sektor MFH liegt der jährliche Investitionsbedarf zwischen 0,78 Mrd. € und 2,36 Mrd. €, für den Sektor EZFH zwischen 1,14 Mrd. € und 4,56 Mrd. €. Bei einem breiten Einsatz von Gebäudeautomation ist jedoch von einer Kostendegression auszugehen.

### 3 Fazit und Handlungsempfehlungen

Die energetische Sanierung von Gebäuden fokussiert bisher hauptsächlich auf Maßnahmen zur Wärmedämmung der Gebäudehülle, der Erneuerung der Heizungstechnik sowie der Umstellung auf regenerative Brennstoffe. Die Digitalisierung eröffnet mit der Gebäudeautomation neue Optionen, um die Emission von Treibhausgasen durch Gebäude kostengünstig zu reduzieren. Zwischen 2,1 und 7,5 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente können je nach Ausstattungsgrad eingespart werden (siehe oben). Während bei baulichen Sanierungsmaßnahmen die vorab ermittelte Energieminderungen aufgrund von mangelhafter Ausführung oder ungünstigem Nutzerverhalten nicht erreicht wurden, kann die Gebäudeautomation genau hier ansetzen und ein effizientes Verhalten unterstützen (Techem, 2015).

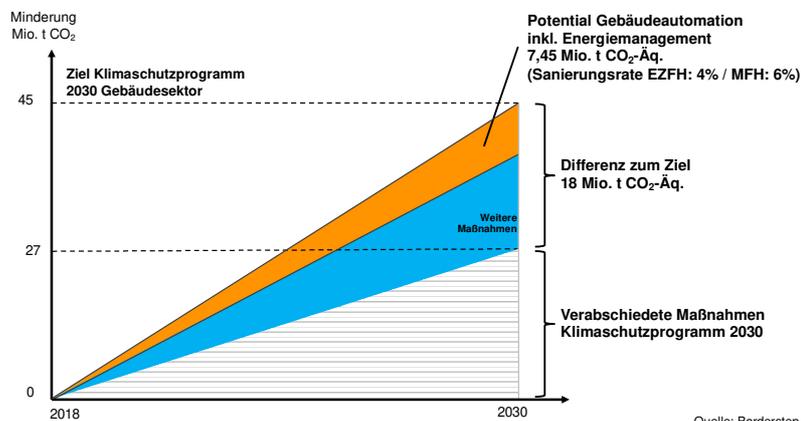
Betrachtet man die CO<sub>2</sub>-Minderung im Sektor der Bestandwohngebäude vor dem Hintergrund der CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten, so wird deutlich, dass das Potential im mehrgeschossigen Wohnungsbau volkswirtschaftlich am günstigsten mobilisiert werden kann. Bezogen auf die Kosten können dort die größten Minderungen an CO<sub>2</sub>-Emissionen realisiert werden.

Zudem wird deutlich, dass bei einer Ausstattung von 4% des Bestands an EZFH und 6% des Bestands an MFH Minderungen von 7,5 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalenten im Jahr 2030 erreicht werden können: Damit würde die Gebäudeautomation die nach dem Klimaschutzprogramm verbleibend Lücke von 18 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalenten um rund 40% verringern.

Abbildung 8: Folie Nr. 11 der Präsentation für den parlamentarischen Abend der WI-SL



## Beitrag von Gebäudeautomation zu CO<sub>2</sub>-Minderungszielen



Parlamentarischer Abend der WI SL | 10.12.2019

11



Aufgrund der notwendigen Anpassungen in der Klimapolitik im Hinblick auf die Ziele für das Jahr 2030 werden für die Berücksichtigung der Gebäudeautomation folgende Empfehlungen an politische Entscheidungsträger formuliert:

- **Gebäudeautomation im Gebäudeenergiegesetz (GEG)**  
Aufnahme von Gebäudeautomation (GA) bzw. der GA- Effizienzklasse A gemäß DIN EN 15232-1:2017-12 im Teil 3, Abschnitt 1 (Anforderungen an bestehende Gebäude) und im Teil 4, Abschnitt 2 (Einbau und Ersatz)des GEG
- **Förderung**  
Zuschussförderung von „digitalen Systemen zur energetischen Betriebs- und Verbrauchsoptimierung“ für vermietete Wohnungen in Anlehnung an die klaren Regelungen für selbstgenutztes Wohneigentum in § 35c EstG (Entwurf BMF vom November 2019).
- **Umlagefähigkeit von Gebäudeautomation**  
Ergänzung der Betriebskosten-Verordnung §2, Nr. 4a und des §6, GEG bezüglich der Umlagefähigkeit der Kosten für die Miete und anderer Arten der Gebrauchsüberlassung einer Ausstattung mit Gebäudeautomationssystemen.
- **Bessere Anrechenbarkeit von Gebäudeautomation**  
Ergänzung §25, (1) des GEG bezüglich der Anrechenbarkeit von Gebäudeautomation (GA) mit Hilfe der GA-Effizienzfaktoren A und B gemäß DIN EN 15232-1: 2017-12.

## Quellen

- BMU. (2019). *Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050*. Abgerufen von <https://www.bundesregierung.de/re-source/blob/975226/1679914/e01d6bd855f09bf05cf7498e06d0a3ff/2019-10-09-klima-masnahmen-data.pdf?download=1>
- BMWi. (2019). *Zahlen und Fakten—Energiedaten. Nationale und internationale Entwicklung [Excel Sheet]*. Abgerufen von Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) website: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/energiedaten-gesamtausgabe.html>
- Bürger, V., Hesse, T., Quack, D., Palzer, A., Köhler, B., Herkel, S., & Engelmann, P. (2016). *Klimaneutraler Gebäudebestand 2050*. Abgerufen von Öko-Institut Freiburg, Fraunhofer ISE, Umweltbundesamt website: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/climate\\_change\\_06\\_2016\\_klimaneutraler\\_gebaeudebestand\\_2050.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/climate_change_06_2016_klimaneutraler_gebaeudebestand_2050.pdf)
- Dena. (2018). *dena-Gebäudereport Kompakt 2018. Statistiken und Analysen zur Energieeffizienz im Gebäudebestand*. Abgerufen von Deutsche Energie-Agentur GmbH website: [https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/9254\\_Gebaeudereport\\_dena\\_kompakt\\_2018.pdf](https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/9254_Gebaeudereport_dena_kompakt_2018.pdf)
- DIN 15232. (2017). *DIN EN 15232-1:2017-12 Energieeffizienz von Gebäuden—Teil 1: Einfluss von Gebäudeautomation und Gebäudemanagement*. Deutsches Institut für Normung, Beuth Verlag.
- Klimakabinett. (2019). *Eckpunkte für das Klimaschutzprogramm 2030*. Abgerufen von <https://www.bundesregierung.de/re-source/blob/975202/1673502/768b67ba939c098c994b71c0b7d6e636/2019-09-20-klimaschutzprogramm-data.pdf?download=1>
- Techem (Hrsg.). (2015). *Energiekennwerte*. Eschborn: Techem Energy Services GmbH.